

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-203556

(43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl. H03H 9/145  
 H03H 3/08  
 H03H 9/25  
 H03H 9/64

(21)Application number : 2000-009103

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

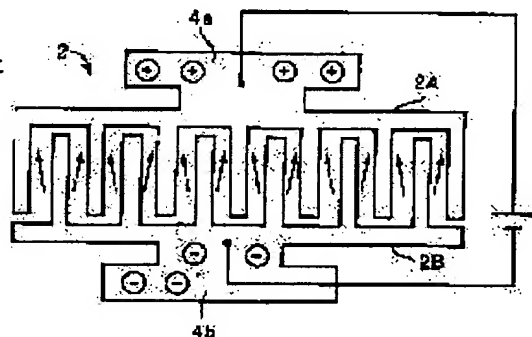
(22)Date of filing : 18.01.2000

(72)Inventor : TANIGUCHI NORIO

**(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE, SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER, AND MANUFACTURING METHOD FOR THE SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface acoustic wave device that can enhance the steepness in the vicinity of the pass band in a filter characteristic without increasing a loss and can adjust the filter characteristic after electrode forming.

**SOLUTION:** In the surface acoustic wave device, at least one interdigital electrode 2 is formed on a piezoelectric substrate, and a polarization direction in at least one gap between electrode fingers of at least one interdigital electrode 2 is made different from the polarization direction of a gap of the other electrode fingers on a same propagation path.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 15.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3387469

[Date of registration] 10.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-203556 ✓

(P2001-203556A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

タームコード\* (参考)

H 0 3 H 9/145  
3/08  
9/25  
9/64

H 0 3 H 9/145  
3/08  
9/25  
9/64

Z 5 J 0 9 7  
  
Z  
Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-9103 (P2000-9103)

(22) 出願日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 谷口 典生

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

Fターム(参考) 5J097 AA18 AA29 BB15 DD12 GG03

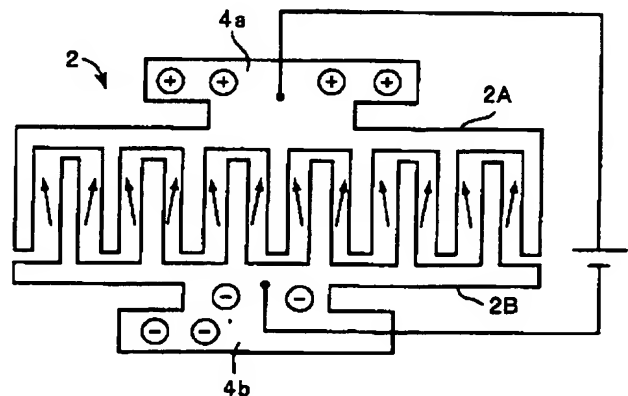
GG09 HA02 HA06 HB01 KK03

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置、弾性表面波フィルタ及び弾性表面波装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 損失を大きくすることなく、フィルタ特性の通過帯域近傍の急峻性を高めることができ、電極形成後にフィルタ特性の調整を行い得る弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】 圧電性基板に少なくとも1つの櫛形電極2が形成されており、該少なくとも1つの櫛形電極2の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる方向とされている、弾性表面波装置。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 圧電性基板と、

前記圧電性基板に形成されており、複数の電極指を有する少なくとも 1 つの櫛形電極とを備える弾性表面波装置であって、

前記少なくとも 1 つの櫛形電極の電極指間の少なくとも 1 つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる方向とされている、弾性表面波装置。

【請求項 2】 前記少なくとも 1 つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 3】 複数の櫛形電極を備え、少なくとも 1 つの前記櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異なる、請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 4】 前記圧電性基板が、 $\text{LiTaO}_3$  基板である、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

## 【請求項 5】 圧電性基板と、

前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波素子とを備え、

複数の前記一端子対弾性表面波素子が、交互に並列共振子及び直列共振子を構成するように梯子型回路が構成されている弾性表面波フィルタであって、

前記並列共振子または直列共振子を構成する 1 つの一端子対弾性表面波素子の少なくとも 1 つの櫛形電極における電極指間の少なくとも 1 つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる、弾性表面波フィルタ。

## 【請求項 6】 圧電性基板と、

前記圧電性基板において同一伝搬路上に配置されており、かつそれぞれ複数の電極指を有する複数の櫛形電極とを備える共振子型弾性表面波フィルタであって、前記少なくとも 1 つの櫛形電極の電極指間の少なくとも 1 つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向と異なる、弾性表面波フィルタ。

【請求項 7】 前記少なくとも 1 つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている、請求項 5 または 6 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 8】 複数の櫛形電極を備え、少なくとも 1 つの前記櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異なる、請求項 5 ～ 7 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 9】 前記圧電性基板が、 $\text{LiTaO}_3$  基板である、請求項 5 ～ 8 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 10】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを用いたことを特徴とする、共用器。

【請求項 11】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを用いたことを特徴とする、通信装置。

## 【請求項 12】 圧電性基板と、

前記圧電性基板に形成されており、複数の電極指を有する少なくとも 1 つの櫛形電極とを備える弾性表面波装置の製造方法であって、

圧電性基板に少なくとも 1 つの前記櫛形電極を形成する工程と、

前記少なくとも 1 つの櫛形電極に  $50\text{V}/\mu\text{m}$  以上の電界強度が加わるように直流電圧を印加する工程とを備える、弾性表面波装置の製造方法。

【請求項 13】 前記直流電圧を印加することにより、周波数調整を行うことを特徴とする、請求項 10 に記載の弾性表面波装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば共振子や帯域フィルタとして用いられる弾性表面波装置、弾性表面波フィルタ及び弾性表面波装置の製造方法に関し、より詳細には、櫛形電極が形成されている部分の分極構造が改良された弾性表面波装置、弾性表面波フィルタ及び弾性表面波装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話システムでは、加入者の増加及びサービスの多様化に伴い、送受信の各周波数帯域が広がってきなり、かつ送信周波数と受信周波数が近くなってきている。従って、携帯電話に使用される帯域フィルタでは、広帯域であること、並びに通過域ごく近傍における減衰特性に優れていることが要求されている。欧州の携帯電話システムである EGSM を例にとると、送信側周波数帯域は  $880 \sim 915\text{MHz}$ 、受信側周波数帯域は  $925 \sim 960\text{MHz}$  である。

【0003】受信側回路では、送信信号はノイズとなる。従って、受信側回路に使用される帯域フィルタでは、 $925 \sim 960\text{MHz}$  の帯域では信号を通過させ、 $880 \sim 915\text{MHz}$  の帯域では信号を減衰させる必要がある。すなわち、 $925 \sim 960\text{MHz}$  が通過帯域、 $880 \sim 915\text{MHz}$  が減衰域であるフィルタ特性が要求される。従って、通過帯域幅が  $35\text{MHz}$  と広帯域を要求されるのに対し、通過帯域と減衰域との間の周波数差はわずかに  $10\text{MHz}$  しかない。

【0004】他方、携帯電話において帯域フィルタとして用いられている弾性表面波フィルタでは、 $36^\circ\text{LiTaO}_3$  基板が利用されている。この基板は、周波数の温度依存性が  $-30 \sim -35\text{ppm}/^\circ\text{C}$  と大きく、従って表面波装置を含む回路の設計に際し温度変化に対するマージンを確保する必要がある。

【0005】さらに、製造時の周波数ばらつきも考慮すると、通過帯域と減衰域との周波数間隔はますます狭くなる。従って、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急

峻性をいかに高めるかが、非常に重要である。

【0006】弾性表面波フィルタの帯域幅や通過帯域近傍の急峻性は、圧電性基板の電気機械結合係数によりほぼ一義的に決められてしまう。一般に、電気機械結合係数が大きいと、広帯域のフィルタ特性が得られ、電気機械結合係数が小さいと、急峻性に優れたフィルタ特性が得られる。

【0007】従って、弾性表面波フィルタにおいて、素子によって電気機械結合係数の異なる圧電基板を用いれば、これらの組合せにより、急峻性かつ比較的広帯域のフィルタ特性を得ることができる。

【0008】特開平7-283688号公報には、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子と並列腕共振子における表面波伝搬方向を異ならせることにより、電気機械結合係数を調整する方法が開示されている。36° YカットLiTaO<sub>3</sub> 基板では、電気機械結合係数が表面波伝搬方向に対して依存性を有する。表面波伝搬方向をX軸とすると、電気機械結合係数が最大となり、X軸からずらしていくと電気機械結合係数が小さくなっていく。従って、例えば、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子の伝搬方向をXとし、並列腕共振子の伝搬方向をX軸からずらすことにより、図14に示すように並列腕共振子の共振特性Aにおける共振周波数と反共振周波数の間隔が、ずらさない場合の特性（破線Aaで示す。）に比べて、並びに、直列腕共振子の共振特性Bに比べて狭くされる。従って、図15の破線Cで示す急峻性に優れたフィルタ特性を得ることができる。なお、図15において、実線Dは、直列腕共振子及び並列腕共振子における表面波伝搬方向を異ならせない場合の特性である。

【0009】他方、特開平8-65089号公報には、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタにおいて、各共振子に容量を付加する方法が開示されている。弾性表面波共振子に並列に静電容量を付加すると、反共振周波数が低くなり、特開平7-283688号公報に開示されている方法の場合と同様に、共振周波数と反共振周波数との差が狭くなる。従って、やはり急峻性に優れたフィルタ特性が得られるとされている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平7-283699号公報や特開平8-65089号公報に開示されている弾性表面波フィルタでは、種々の問題があった。

【0011】例えば、前者では、36° YカットLiTaO<sub>3</sub> 基板において、表面波伝搬方向をX軸からずらすと、表面波の進行方向とエネルギー伝達方向との角度差であるパワーフロー角が大きくなり、導波路内からのエネルギー漏れ量が大きくなり、損失が大きくなるという問題があった。また、伝搬方向の異なる複数の弾性表面波共振子を同一圧電基板上に形成しなければならないの

で、弾性表面波フィルタのサイズが大きくならざるを得なかった。また、異なる共振子同士が音響的に一部結合し、それによって特性の劣化が生じることもあった。

【0012】他方、特開平8-65089号公報に記載の方法では、静電容量を付加するため、やはりチップサイズが大きくならざるを得なかった。また、電極形成後にフィルタ特性を変えることはできないため、周波数調整を行うことができなかった。

【0013】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、大型化、損失の増大及び特性の劣化を招くことなく、帯域フィルタとして用いた場合の通過帯域近傍の急峻性に優れた弾性表面波装置及びその製造方法を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、低損失であり、良好なフィルタ特性を有し、小型に構成することができ、通過帯域近傍の急峻性に優れた弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明は、圧電性基板と、前記圧電性基板に形成されており、複数の電極指を有する少なくとも1つの櫛形電極とを備える弾性表面波装置であって、前記少なくとも1つの櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる方向とされている、弾性表面波装置である。

【0016】第1の発明の特定の局面では、前記少なくとも1つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている。第1の発明の他の特定の局面では、複数の櫛形電極を備え、少なくとも1つの前記櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異ならされている。

【0017】第1の発明のさらに他の特定の局面では、上記圧電性基板として、LiTaO<sub>3</sub> 基板が用いられる。本願の第2の発明は、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波素子とを備え、複数の前記一端子対弾性表面波素子が、交互に並列腕共振子及び直列腕共振子を構成するように梯子型回路が構成されている弾性表面波フィルタであって、前記並列腕共振子または直列腕共振子を構成する1つの一端子対弾性表面波素子の少なくとも1つの櫛形電極における電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる、弾性表面波フィルタである。

【0018】本願の第3の発明は、圧電性基板と、前記圧電性基板において同一伝搬路上に配置されており、かつそれぞれ複数本の電極指を有する複数の櫛形電極とを備える共振子型弾性表面波フィルタであって、前記少なくとも1つの櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極

## 5

指間のギャップ部の分極方向と異なる、弾性表面波フィルタである。

【0019】第2、第3の発明の特定の局面では、前記少なくとも1つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている。第2、第3の発明の他の特定の局面では、複数の櫛形電極を備え、少なくとも1つの前記櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異ならされている。

【0020】第2、第3の発明の他の特定の局面では、前記圧電性基板が、LiTaO<sub>3</sub> 基板である。また、本発明に係る弾性表面波フィルタを用いて、アンテナ共用器のような共用器を構成することができ、さらに本発明に係る表面波装置を用いて様々な通信装置を構成することができる。

【0021】本願の第4の発明は、圧電性基板と、前記圧電性基板に形成されており、複数の電極指を有する少なくとも1つの櫛形電極とを備える弾性表面波装置の製造方法であって、圧電性基板に少なくとも1つの前記櫛形電極を形成する工程と、前記少なくとも1つの櫛形電極に50V/μm以上の電界強度が加わるように直流電圧を印加する工程とを備える、弾性表面波装置の製造方法である。

【0022】第4の発明の特定の局面では、直流電圧を印加することにより、周波数調整が行われる。本願発明者らは、上記課題を達成すべく検討した結果、圧電性基板上に櫛形電極を形成し、該櫛形電極に50V/μm以上の電界強度が加わるように直流電圧を印加すれば、電気機械結合係数を実質的に変化させ得ることを見出した。この方法によれば、損失を増大させず、小型の弾性表面波フィルタを実現することができる。この原理を、図1及び図2を参照して説明する。

【0023】図2は、弾性表面波共振子の分極構造を示す平面図である。弾性表面波共振子1では、櫛形電極2の表面波伝搬方向外側に、それぞれ、反射器3、3が形成されている。櫛形電極2は、複数本の電極指を有する第1の電極2Aと第2の電極2Bとを有し、第1、第2の電極2A、2Bの複数本の電極指が互いに間挿し合っている。また、第1の電極2Aと第2の電極2Bは、それぞれ、複数本の電極指を連結しているバスバーと、バスバーに連なる電極パッド4a、4bとを有する。

【0024】上記弾性表面波共振子1において、電極パッド4a、4bにプローブを接触させ、電極パッド4a、4b間に電圧を印加すると、櫛形電極2の電極指間のギャップに電圧が加わり、基板の分極方向が変化する。

【0025】36° YカットX伝搬LiTaO<sub>3</sub> 基板の場合、分極方向の基板平面上の成分は表面波伝搬方向に対して直交している。従って、櫛形電極2を形成した後に、50V/μm以上の強い電界強度をかけると、図1に矢印で示すように、分極方向が、隣り合うギャップ同

## 6

士で異なる。すなわち、表面波伝搬方向に沿って電極指間のギャップの分極方向が交互にずれることにある。このように分極方向がずれると、圧電定数や弾性定数が変化し、電気機械結合係数も変化する。

【0026】ここで、櫛形電極に加わる電界強度と電気機械結合係数との関係を図3に示す。電界強度は、印加電圧/櫛形電極のギャップ長である。図3から明らかなように、50V/μm以下の電界強度では、電気機械結合係数はほとんど変化しない。従って、電気機械結合係数を制御するには、50V/μm以上の電界強度が必要となるのがわかる。

【0027】また、300V/μm以上となると電界強度が強すぎて、櫛形電極そのものが破壊される恐れがある。従って、実用上は、電界強度は300V/μm以下とすることが望ましいが、櫛形電極の構造や絶縁抵抗によって破壊の可能性が変動するため、上限値は特に限定されるものではない。

【0028】なお、従来、特開平5-75378号公報に記載のように、水晶などの圧電基板を使用した場合に、直流電圧を櫛形電極に印加すると圧電基板に歪みが生じ、圧電定数などが変化することが知られていた。しかしながら、この先行技術に記載の方法では、直流電圧の印加を停止すると、圧電定数は元に戻る。この先行技術では、この効果により、直流電圧の値を変えることにより電圧制御型の発振器が構成されている。

【0029】しかしながら、LiTaO<sub>3</sub> 基板の場合には、電圧を印加することにより上記のように分極方向が変わり、材料の性質そのものが変化し、元には戻らない。すなわち一度上記のように大きな直流電界を印加すると、電圧印加を停止した後でも、材料の性質は変化した状態に保たれる。従って、予め定められた電圧を印加することにより、自由に圧電性基板材料の定数を変えることができ、フィルタ特性の急峻性を高めたり、帯域幅を制御したりすることができる。

【0030】また、上述したように、印加電圧が高すぎると、櫛形電極そのものが破壊される恐れがあるので、ある一定以上は、電気機械結合係数を小さくすることが困難である。そのような場合、他の手法である程度の電気機械結合係数を小さくすることにより、より大きな効果を得ることができる。例えば、予め櫛形電極の電極指を間引く方法や、特開平7-283688号公報に記載のように、共振子によって表面波伝搬方向を異ならせる方法を用いることにより、より大きな効果を得ることができる。

【0031】すなわち、本願の第1～第4の発明は、上記知見に基づくものであり、第1～第3の発明では、櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向と異なる方向とされているので、該分極方向により、圧電性基板の材料定数が、もともとの圧電性

基板の材料定数と異ならされており、それによって帯域幅やフィルタ特性の急峻性を制御することができる。

【0032】また、第4の発明では、少なくとも1つの櫛形電極に $50\text{ V}/\mu\text{ m}$ 以上の電界強度が加わるように直流電圧を印加するので、上記のように少なくとも1つの櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向は、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向と異ならせ、それによって帯域幅やフィルタ特性の急峻性を効果的に制御し得る。

【0033】よって、第1～第4の発明によれば、従来得られなかった広帯域かつフィルタ特性の急峻性に優れた弾性表面波装置や弾性表面波フィルタを得ることができ、この方法によれば、損失の増大を招くこともなく、かつチップサイズの大小型化を招くこともない。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0035】図4は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置としての弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。本実施例の弾性表面波装置では、 $36^\circ\text{ Y}$ カットX伝搬LiTaO<sub>3</sub>基板10上に、2個の直列腕共振子11a、11bと、2個の並列腕共振子12a、12bと、配線電極13a、13bと、電極パッド14a～14eとが、フォトリソグラフィ及びエッチング法によって形成されている。これらの電極材料としては、Alが用いられているが、適宜の金属を用いて構成することができる。

【0036】上記直列腕共振子11a、11b及び並列腕共振子12a、12bは、それぞれ、櫛形電極の表面波伝搬方向両側に反射器を配置した構造を有する一端子対弾性表面波共振子である。また、配線電極13aは、電極パッド14aと直列腕共振子11aと並列腕共振子12aとを接続している。並列腕共振子12aの配線電極13aと電氣的に接続されている側とは反対側の端部は電極パッド14dに連ねられている。また、配線電極13bは、直列腕共振子11aの配線電極13aと接続されている側とは反対側の端部と、直列腕共振子14cと、並列腕共振子12bと、電極パッド14bとを接続している。

【0037】直列腕共振子11bの配線電極13bが接続されている側とは反対側の端部は電極パッド14cに連ねられている。同様に、並列腕共振子12bの配線電極13bに接続されている側とは反対側の端部は電極パッド14eに連ねられている。

【0038】直列腕共振子11aの櫛形電極は、交差幅が $40\mu\text{ m}$ であり、電極指の対数が90対であり、その反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチは $2.05\mu\text{ m}$ （弾性表面波の波長は $4.1\mu\text{ m}$ ）である。

【0039】直列腕共振子11bの櫛形電極の電極指交差幅は $80\mu\text{ m}$ であり、電極指の対数は90対であり、反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチは $2.05\mu\text{ m}$ （弾性表面波の波長は $4.1\mu\text{ m}$ ）である。

【0040】並列腕共振子12aの櫛形電極の交差幅は $80\mu\text{ m}$ であり、電極指の対数は60対であり、1つの反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチ $2.15\mu\text{ m}$ （弾性表面波の波長は $4.3\mu\text{ m}$ ）である。

【0041】並列腕共振子12bの櫛形電極の交差幅は $120\mu\text{ m}$ であり、電極指の対数は90対であり、1つの反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチは $2.15\mu\text{ m}$ （弾性表面波の波長は $4.3\mu\text{ m}$ ）である。

【0042】なお、図4では、共振子は略図的に示されており、実際の電極指の対数及び交差幅の比率は異なっていることを指摘しておく。上記各電極を形成した後、電極パッド14aと14dの間、並びに電極パッド14bと14eとの間に直流電圧180Vを印加し、並列腕共振子12a、12bの双方に電圧を印加する。図5に、この並列腕共振子12aの櫛形電極に直流電圧を印加する工程を略図的に示す。なお、図5では反射器は省略されている。

【0043】電極指幅Eは $1.15\mu\text{ m}$ であり、隣接する電極指間のギャップFの幅は $1.00\mu\text{ m}$ である。なお、ギャップの幅とは、表面波伝搬方向に沿うギャップの寸法をいうものとする。従って、隣り合う電極指間には $180\text{ V}/\mu\text{ m}$ の電界強度がかかることになる。なお、上記電圧を印加する場合には、櫛形電極部が破壊しない電圧から徐々に電圧を高めてもよく、例えば $50\text{ V}/\mu\text{ m}$ から徐々に電界強度を高めていってもよい。

【0044】しかる後、上記圧電基板10を図6に示すセラミックパッケージ20に搭載する。セラミックパッケージ20は、中央に凹部21を有し、該凹部内に上記弾性表面波フィルタ素子が固定されている。そして、凹部21の周囲には、一对の凸状が形成されており、該凸状の上面に、電極パッド21a、21b、22a、22bが形成されている。

【0045】電極パッド21aと、弾性表面波フィルタ素子の電極パッド14aとがワイヤボンディング23aにより電氣的に接続される。また、電極パッド21bが、弾性表面波フィルタ素子の電極パッド14eとワイヤボンディング23bにより電氣的に接続される。また、電極パッド22aは、弾性表面波フィルタ素子の電極パッド14dとワイヤボンディング23cにより電氣的に接続される。さらに、電極パッド22bは、弾性表面波フィルタ素子の電極パッド14cとボンディングワイヤー23dにより電氣的に接続される。

【0046】上記セラミックパッケージ20の電極パッ

ド 21a, 22b がホット側の端子を構成し、21b, 22a がアース側端子を構成している。上記セラミックパッケージ 20 の凹部を覆うように板材を接合することにより、弾性表面波フィルタ素子が収納された弾性表面波フィルタ装置を得ることができる。

【0047】本実施例では、セラミックパッケージ 20 に弾性表面波フィルタ素子を搭載する前に、上記のように並列腕共振子に 180V の直流電圧が印加され、それによって圧電基板 10 の実質的な電気機械結合係数を小さくすることができ、共振周波数と反共振周波数との間隔が狭められている。これを、図 7 及び図 8 を参照して説明する。

【0048】図 7 は、図 4 に示した並列腕共振子 12a 単独のインピーダンス特性を示し、実線が上記電圧印加前の特性を、破線が電圧印加後の特性を示す。実線及び破線の特性を比較すれば明らかなように、上記直流電圧の印加により、反共振周波数の位置は動かないものの、共振周波数が高くなり、それによって共振周波数と反共振周波数との周波数間隔が狭められていることがわかる。

【0049】また、上記のようにして構成された弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を図 8 に破線で示す。なお、上記直流電圧を印加しなかったことを除いては同様に構成された弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を図 8 に実線で示す。なお、図 8 における破線 I 及び実線 J はそれぞれ破線 G 及び実線 H で示した特性を拡大して示した特性である。

【0050】図 8 の実線及び破線で示した特性を比較すれば明らかなように、上記のように並列腕共振子に直流電圧を印加し、並列腕共振子 12a の共振周波数が高くなったことにより、フィルタ全体としての周波数特性において、通過帯域低域側の急峻性が高められていることがわかる。これは、図 1 に示したように、電極指間に電圧が印加されて、電極指間のギャップが表面波伝搬方向において交互に異なっていることによる。

【0051】なお、上記実施例では、圧電性基板として  $36^\circ$  Y カット LiTaO<sub>3</sub> 基板を用いたが、他のカット角、例えば  $36^\circ$  超～ $46^\circ$  の Y カット LiTaO<sub>3</sub> 基板を用いても同様の効果が得られる。さらに、上記実施例では、ボンディングワイヤーにより、セラミックパッケージと弾性表面波フィルタ素子との電気的接続が図られていたが、バンプボンドなどの他の電気的接続構造によりパッケージの電極パッドと弾性表面波フィルタ素子の電極パッドとが電気的に接続されていてもよい。

【0052】また、上記のように、直流電圧印加前後の特性差を利用して、周波数調整を行うこともできる。この場合には、電圧を印加する前にプローブピンなどにより梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ素子の電気的特性を予め測定する。そして、印加電圧を 50V/ $\mu$ m～300V/ $\mu$ m までの範囲で変えることにより、

所望の周波数特性を得ることができる。

【0053】ただし、通過帯域の高域側の周波数は変わらないため、予め通過帯域を広めに設計しておくことが望ましい。本実施例では、セラミックパッケージに搭載される前に弾性表面波フィルタ素子に上記直流電圧を印加したが、セラミックパッケージ搭載後に弾性表面波フィルタ素子に直流電圧を印加してもよい。もっとも、この場合には、圧電性基板 10 上の特定の共振子に集中して電圧を印加することが困難であるため、予めどの共振子にどれだけの電圧が印加されるかを予想しておき、電圧印加後の特性が所望の特性となるように電極を設計しておくことが望ましい。

【0054】なお、全ての共振子に電圧が印加された場合は、異常のある共振子に過電流が流れて破壊するため、上記直流電圧の印加によりクリーニング効果も期待できる。

【0055】図 9 は、本発明の第 2 の実施例に係る弾性表面波装置としての弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。本実施例の弾性表面波装置では、 $46^\circ$  Y カット X 伝搬 LiTaO<sub>3</sub> 基板 30 上に、2 個の直列腕共振子 31a, 31b と、2 個の並列腕共振子 32a, 32b と、配線電極 13a, 13b と、電極パッド 14a～14e とが、フォトリソグラフィ及びエッチング法によって形成されている。これらの電極材料としては、Al が用いられているが、適宜の金属を用いて構成することができる。

【0056】上記直列腕共振子 31a, 31b 及び並列腕共振子 32a, 32b は、それぞれ、楕形電極の表面波伝搬方向両側に反射器を配置した構造を有する一端子対弾性表面波共振子である。また、配線電極 13a は、電極パッド 14a と直列腕共振子 31a と並列腕共振子 32a とを接続している。並列腕共振子 32a の配線電極 13a と電気的に接続されている側とは反対側の端部は電極パッド 14d に連ねられている。また、配線電極 13b は、並列腕共振子 31a の配線電極 13a と接続されている側とは反対側の端部と、直列腕共振子 34c と、並列腕共振子 32b と、電極パッド 14b とを接続している。

【0057】直列腕共振子 31b の配線電極 13b が接続されている側とは反対側の端部は電極パッド 14c に連ねられている。同様に、並列腕共振子 32b の配線電極 13b に接続されている側とは反対側の端部は電極パッド 14e に連ねられている。

【0058】直列腕共振子 31a の楕形電極は、交差幅が  $20\mu$ m であり、電極指の対数が 90 対であり、その反射器の電極指の本数は 100 本であり、楕形電極及び反射器における電極指ピッチは  $1.04\mu$ m (弾性表面波の波長は  $2.08\mu$ m) である。

【0059】直列腕共振子 11b の楕形電極の電極指交差幅は  $40\mu$ m であり、電極指の対数は 90 対であり、



反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチは $1.04\mu\text{m}$ （弾性表面波の波長は $2.08\mu\text{m}$ ）である。

【0060】並列腕共振子12aの櫛形電極の交差幅は $40\mu\text{m}$ であり、電極指の対数は60対であり、1つの反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチ $1.08\mu\text{m}$ （弾性表面波の波長は $2.16\mu\text{m}$ ）である。

【0061】並列腕共振子12bの櫛形電極の交差幅は $60\mu\text{m}$ であり、電極指の対数は90対であり、1つの反射器の電極指の本数は100本であり、櫛形電極及び反射器における電極指ピッチは $1.08\mu\text{m}$ （弾性表面波の波長は $2.16\mu\text{m}$ ）である。

【0062】なお、図9では、各共振子は略図的に示されており、実際の電極指の対数及び交差幅の比率は異なっていることを指摘しておく。上記各電極を形成した後、電極パッド14aと14bの間、並びに電極パッド14bと14cとの間に直流電圧70Vを印加し、直列腕共振子31a、31bの双方に70Vの電圧を印加する。図10に、この直列腕共振子31aの櫛形電極に直流電圧を印加する工程を略図的に示す。なお、図10では反射器は省略されている。

【0063】電極指幅Eは $0.54\mu\text{m}$ であり、隣接する電極指間のギャップFの幅は $0.50\mu\text{m}$ である。なお、ギャップの幅とは、表面波伝搬方向に沿うギャップの寸法をいうものとする。従って、隣り合う電極指間には $140\text{V}/\mu\text{m}$ の電界強度がかかることになる。なお、上記電圧を印加する場合には、櫛形電極部が破壊しない電圧から徐々に電圧を高めていってもよい。

【0064】しかる後、上記圧電基板30を図6に示したセラミックパッケージ20に搭載し、第1の実施例と同様にワイヤボンディングにより電極パッド21a、21b、22a、22bと、電極パッド14a～14eとを接続し、上記セラミックパッケージ20の凹部を覆うように板材を接合することにより、弾性表面波フィルタ素子が収納された弾性表面波フィルタ装置を得ることができる。

【0065】本実施例では、セラミックパッケージ20に弾性表面波フィルタ素子を搭載する前に、上記のように並列腕共振子に70Vの直流電圧が印加され、それによって圧電基板30の実質的な電気機械結合係数を小さくことができ、共振周波数と反共振周波数との間隔が狭められている。これを、図11を参照して説明する。

【0066】上記のようにして構成された弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を図11に破線で示す。なお、上記直流電圧を印加しなかったことを除いては同様に構成された弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を図11に実線で示す。なお、図11における破線M及び実線Nはそれぞれ破線K及び実線Lで示した特性

を拡大して示した特性である。

【0067】図11の実線及び破線で示した特性を比較すれば明らかなように、上記のように直列腕共振子に直流電圧を印加し、直列腕共振子31aの共振周波数が高くなったことにより、フィルタ全体としての周波数特性において、通過帯域高域側の急峻性が高められていることがわかる。これは、電極指間に電圧が印加されて、電極指間のギャップが表面波伝搬方向において交互に異なっていることによる。

10 【0068】なお、上記第1、第2の実施例では、並列腕共振子と直列腕共振子とを有する梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ素子を例にとり説明したが、一端子対弾性表面波共振子を用いる様々な弾性表面波装置、例えばレゾネータ、共振子型フィルタに一端子対弾性表面波共振子を複合させてなる弾性表面波フィルタ、ラチス型フィルタ及び多重モード弾性表面波共振子フィルタなどにも本発明を適用することができ、同様に直流電圧を電極指間に印加することにより、フィルタ特性の急峻性の向上や周波数調整を行うことができる。

20 【0069】また、従来より周知の方法に従って、一部の櫛形電極において間引きを施したり、表面波伝搬方向をX軸からずらしたりすることにより、電圧印加前後の実質的な電気機械結合係数を予め小さくしておけば、より一層大きな効果を得ることができる。

【0070】次に、本発明に係る弾性表面波フィルタを用いて構成されたアンテナ共用器の実施例を、図11を参照して説明する。図11は、本実施例のアンテナ共用器を説明するための回路図である。本実施例のアンテナ共用器70は、図4に示したラダー型弾性表面波フィルタと段数は異なるが同様のラダー型フィルタ61を一对用いている。すなわち、各ラダー型フィルタ61の入力端子62、62が共通接続されて、第1のポート71が構成されている。他方、各ラダー型フィルタ61、61の出力端子63、63はそのまま用いられ、それぞれ、本実施例のアンテナ共用器の第2、第3のポートを構成している。

【0071】このように、一对のラダー型フィルタ61、61を用いることにより、アンテナ共用器を構成することができる。また、上記アンテナ共用器を用いて、通信機を構成することができ、このような通信機の一例を図12に示す。

【0072】本実施例の通信機81では、アンテナ共用器70と、送信もしくは受信回路82、83とが備えられている。アンテナ共用器70の第1のポート71がアンテナ84に接続されており、第2、第3のポートを構成している出力端子63、63が、それぞれ、送信もしくは受信回路82、83に接続されている。

【0073】このアンテナ共用器70においては、一对のラダー型フィルタ61、61は、通過帯域が異なるように構成されており、それによってアンテナ84は、送

信アンテナ及び受信アンテナとして用いられ得る。

#### 【0074】

【発明の効果】第1の発明に係る弾性表面波装置では、少なくとも1つの櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向とは異なる方向とされているので、該櫛形電極における全てのギャップ部の分極方向が同一である場合に比べて実質的に電気機械結合係数が小さくなり、従って共振周波数－反共振周波数間の周波数間隔が狭められ、弾性表面波フィルタに用いた場合、通過帯域近傍の急峻性を高めることができる。

【0075】第1の発明において、少なくとも1つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている場合には、該間引きにより電気機械結合係数が小さくなるので、より一層共振周波数－反共振周波数間の間隔を狭めることができ、弾性表面波フィルタとして用いた場合、通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性をより一層高め得る。

【0076】同様に、複数の櫛形電極を備え、少なくとも1つの櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異なる場合にも、実質的に電気機械結合係数を小さくすることができ、共振周波数－反共振周波数間の周波数間隔を狭めることができ、弾性表面波装置として用いた場合、通過帯域近傍の急峻性を高め得る。

【0077】また、上記圧電性基板として、LiTaO<sub>3</sub>基板を用いた場合、第1の発明に従って、共振周波数－反共振周波数間隔が狭く、弾性表面波フィルタとして用いた場合のフィルタ特性の急峻性を効果的に高め得る。

【0078】第2の発明に係る弾性表面波フィルタでは、複数の一端子対弾性表面波素子が梯子型回路を構成するように結合されている弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの一端子対弾性表面波素子の少なくとも1つの櫛形電極における電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向が同一伝搬路上の他の電極指間のギャップの分極方向と異なるため、該弾性表面波素子において共振周波数－反共振周波数間の周波数間隔が狭められる。従って、弾性表面波フィルタの通過帯域近傍の急峻性を高め得る。

【0079】例えば、並列腕共振子において、上記のように少なくとも1つのギャップ部における分極方向が他のギャップ部の分極方向と異なる場合には、該並列腕共振子において共振周波数が高められて、通過帯域低域側のフィルタ特性の急峻性が高められる。また、直列腕共振子において、上記のようにギャップ部の分極方向が異なる場合には、弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の急峻性が高められる。

【0080】第3の発明によれば、圧電性基板において、同一伝搬路上に複数の櫛形電極が配置された共振子型弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの櫛形

電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向は、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向と異なるので、該ギャップ部の分極方向が異なる櫛形電極を有する共振子において、共振周波数と反共振周波数との間隔が縮められ、それによって同様に通過帯域近傍の急峻性が高められた弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0081】第2、第3の発明において、少なくとも1つの櫛形電極の電極指の一部が間引かれている場合には、該間引きによっても圧電性基板の電気機械結合係数が実質的に小さくなるため、フィルタ特性の急峻性をより効果的に高め得る。

【0082】第2、第3の発明において、複数の櫛形電極を備え、少なくとも1つの櫛形電極における弾性表面波伝搬方向が、他の櫛形電極における弾性表面波伝搬方向と異なる場合には、同様に、実質的に圧電性基板の電気機械結合係数が低下され、フィルタ特性の急峻性がより効果的に高められる。

【0083】第2、第3の発明において、圧電性基板としてLiTaO<sub>3</sub>基板を用いた場合は、第2、第3の発明に従って、ギャップ部の分極方向が異ならされていることにより、フィルタ特性の急峻性が効果的に高められた弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0084】さらに、本発明に係る表面波フィルタは、前述したように共用器や通信装置に用いることができ、共用器や通信装置の小型化を図ることができる。第4の発明に係る弾性表面波装置の製造方法では、少なくとも1つの櫛形電極に50V/μm以上の電界強度が加わるように直流電圧が印加されるので、該櫛形電極の電極指間の少なくとも1つのギャップ部における分極方向は、同一伝搬路上の他の電極指間のギャップ部の分極方向と異なることになる。そのため、該櫛形電極において電気機械結合係数が実質的に低下されることになり、共振周波数と反共振周波数との周波数間隔を狭めることができる。よって、例えば弾性表面波フィルタの製造方法に応用した場合には、フィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0085】また、第4の発明において、上記直流電圧の印加により、フィルタ特性の急峻性を高め得るので、周波数調整を行うことも可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例において、櫛形電極に直流電圧を印加した場合の電極指間ギャップの分極方向を説明するための略図的平面図。

【図2】第1の実施例で用いられている一端子対弾性表面波共振子の電極構造を示す平面図。

【図3】櫛形電極に直流電圧を印加した場合の電界強度と、電気機械結合係数との関係を示す図。

【図4】第1の実施例の弾性表面波フィルタの平面図。

【図5】第1の実施例で用いられている並列腕共振子の

櫛形電極部の電極構造を示す模式的拡大平面図。

【図 6】第 1 の実施例の弾性表面波フィルタ素子をパッケージに搭載した状態を説明するための平面図。

【図 7】第 1 の実施例の弾性表面波フィルタにおいて、並列腕共振子に直流電圧を印加した前（実線）及び印加した後（破線）のインピーダンス－周波数特性を示す図。

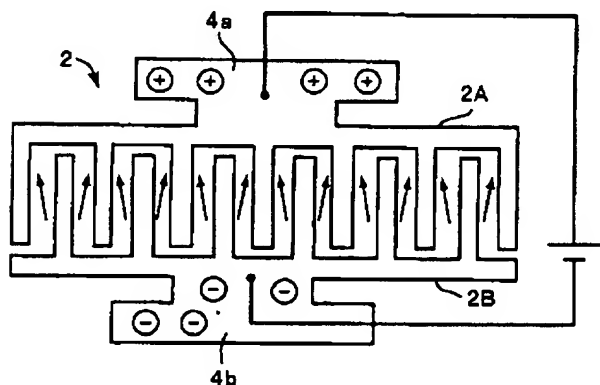
【図 8】第 1 の実施例の弾性表面波装置の減衰量－周波数特性（破線）及び比較のために用意した直流電圧が印加されていないことを除いては同様に構成された弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性（実線）を示す図。

【図 9】本発明の第 2 の実施例に係る弾性表面波フィルタを説明するための平面図。

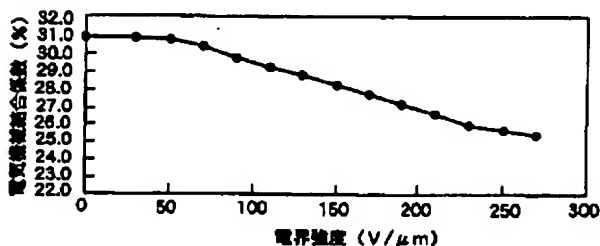
【図 10】第 2 の実施例において、直列腕共振子に直流電圧を印加する工程を説明するための模式的拡大平面図。

【図 11】第 2 の実施例の弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性（破線）及び比較のために用意した直列腕

【図 1】



【図 3】



共振子に直流電圧を印加しないことを除いては同様に構成された弾性表面波装置の減衰量－周波数特性（実線）を示す図。

【図 12】本発明に係る弾性表面波フィルタを用いて構成されたアンテナ共用器の実施例を示す概略構成図。

【図 13】本発明の実施例に係るアンテナ共用器を用いて構成された通信機の概略ブロック図。

【図 14】従来の弾性表面波フィルタにおける共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

10 【図 15】従来の梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタの減衰量－周波数特性を示す図。

【符号の説明】

10…圧電性基板

11a, 11b…直列腕共振子

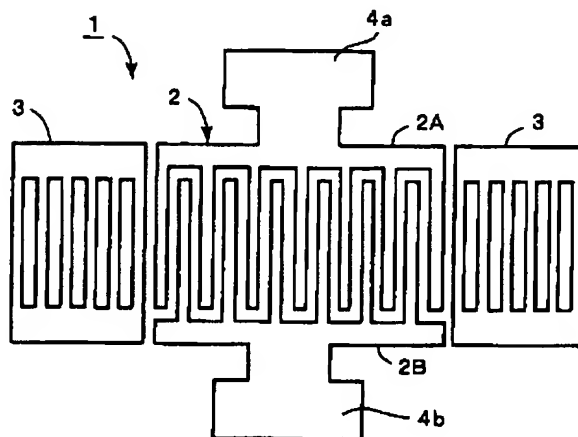
12a, 12b…並列腕共振子

30…圧電性基板

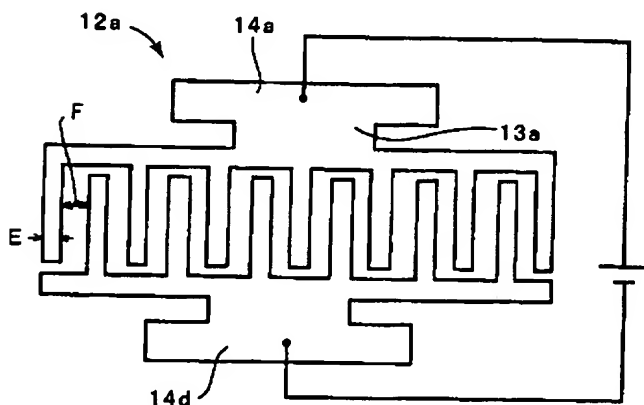
31a, 31b…直列腕共振子

32a, 32b…並列腕共振子

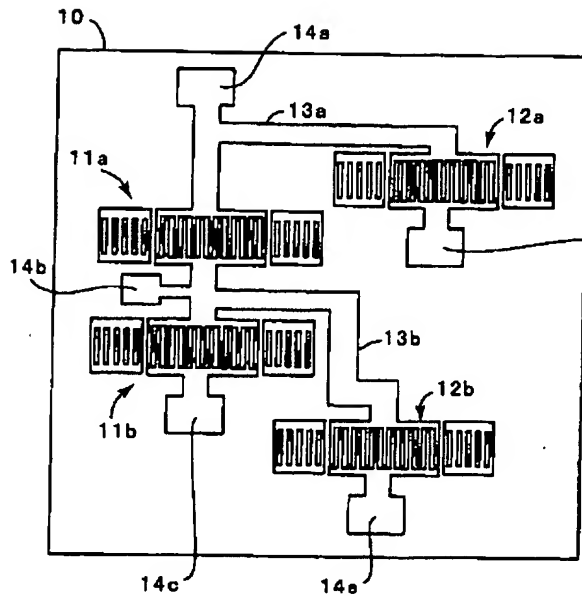
【図 2】



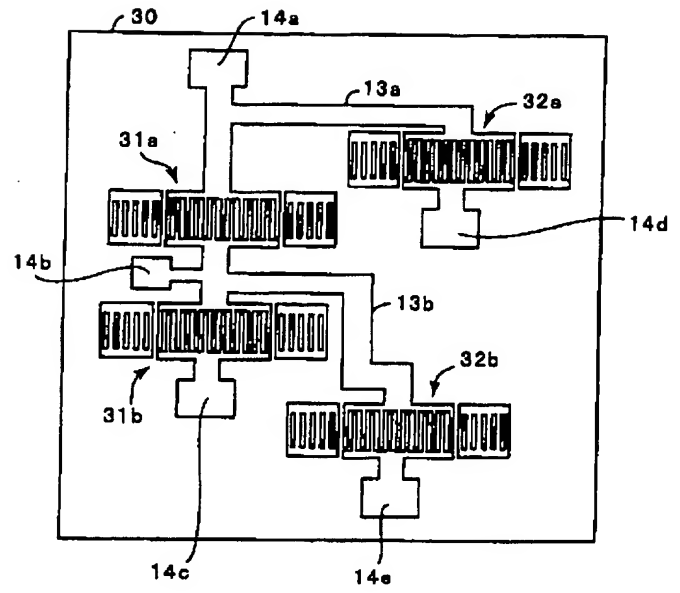
【図 5】



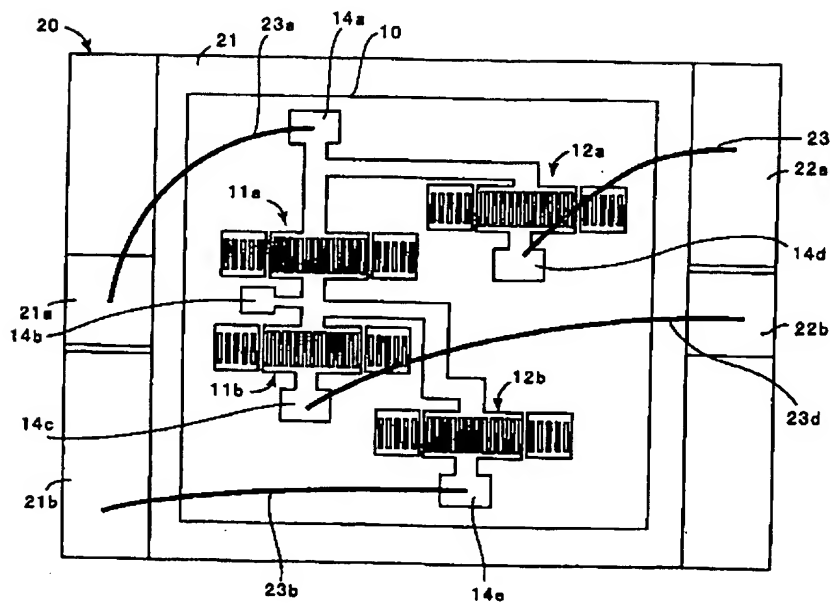
【図 4】



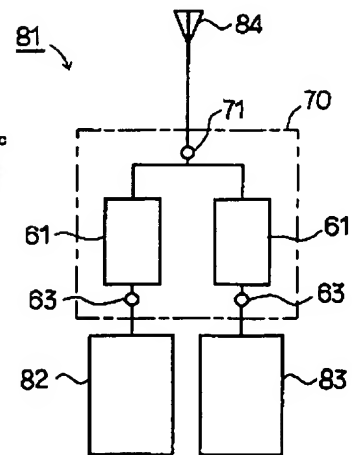
【図 9】



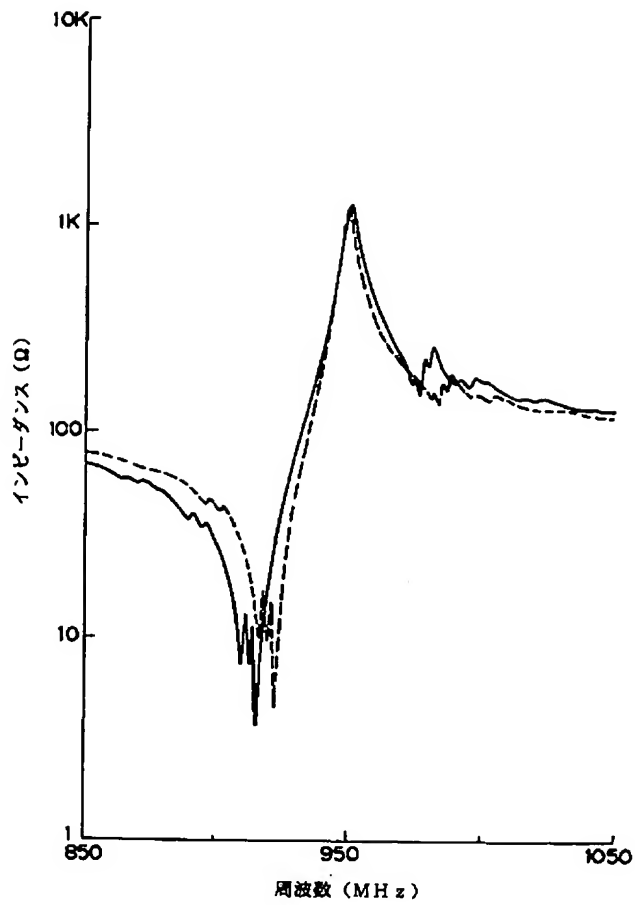
【図 6】



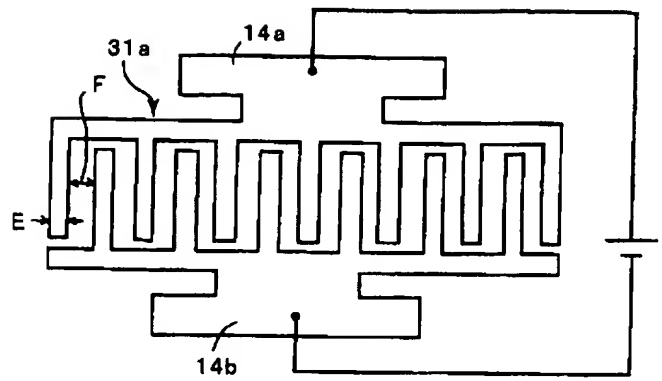
【図 13】



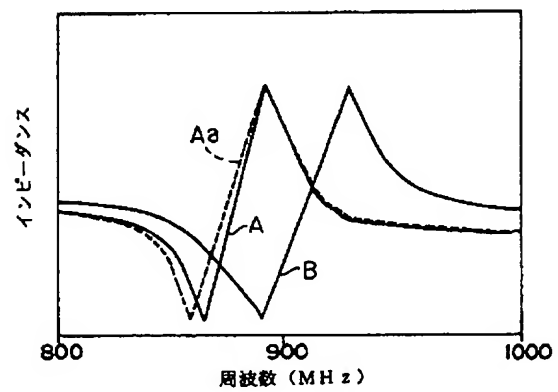
【図 7】



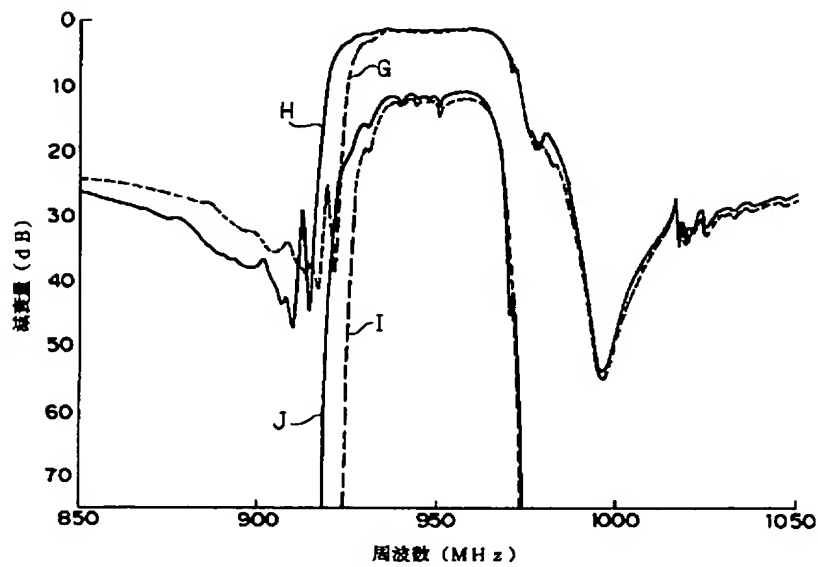
【図 10】



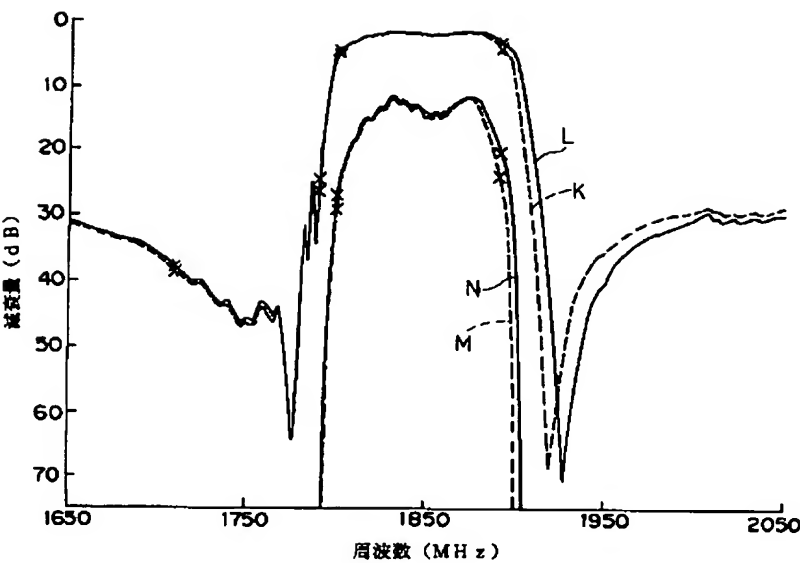
【図 14】



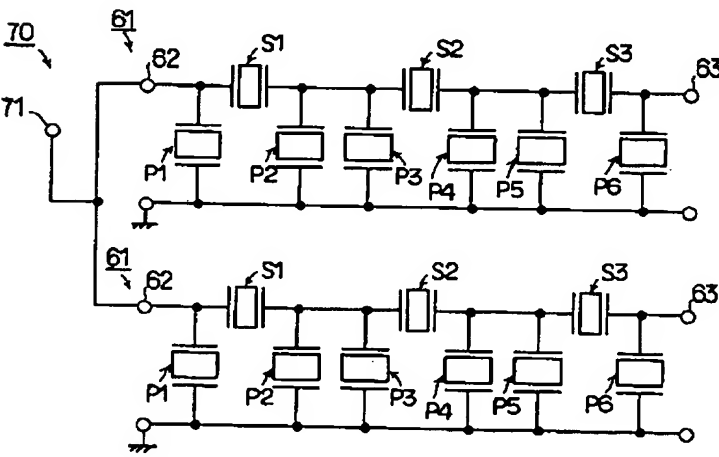
【図 8】



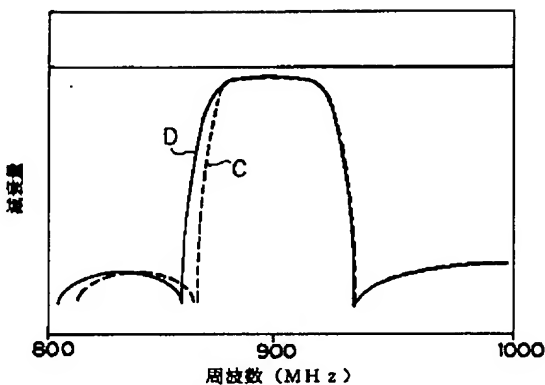
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:



**BLACK BORDERS**

- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**